

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-266677

(43)Date of publication of application : 07.10.1997

(51)Int.Cl.

H02M 7/48

H02M 1/12

H03H 7/09

H03K 17/16

(21)Application number : 08-099254

(71)Applicant : TAKAHASHI ISAO

(22)Date of filing : 27.03.1996

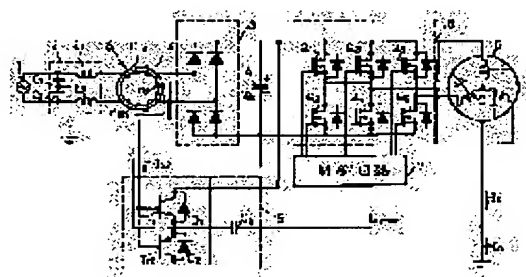
(72)Inventor : TAKAHASHI ISAO

## (54) NOISE REDUCER FOR POWER CONVERTER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a noise reducer capable of excellently eliminating noises from a power converter by a simple circuit.

**SOLUTION:** A three-phase induction motor 6 is connected to an inverter device consisting of an AC power 1, a rectifier circuit 3, a filter capacitor 4, and an inverter circuit 5 as load. A leakage current detector 8 is connected between the power supply 1 and the rectifier circuit 3. An N-P-N type first transistor Tr1 is joined between one end of the smoothing capacitor 4 and a case for the motor 6. A P-N-P type second transistor Tr2 is connected between the case for the motor 6 and the other end of the smoothing capacitor 4. The first and second transistors Tr1, Tr2 are driven by an output from the leakage current detector 8, and a current to cancel common-mode noises is injected.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.03.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3044650

[Date of registration]

17.03.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-266677

(43)公開日 平成9年(1997)10月7日

(51)Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 M 7/48 1/12		9181-5H	H 0 2 M 7/48 1/12	E
H 0 3 H 7/09			H 0 3 H 7/09	A
H 0 3 K 17/16			H 0 3 K 17/16	F

審査請求 有 請求項の数 3 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平8-99254

(22)出願日 平成8年(1996)3月27日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成7年9月29日～9月30日 電気学会北陸支部・その他主催の「平成7年度電気関係学会北陸支部連合大会」において文書をもって発表

(71)出願人 000168850

高橋 勲

新潟県長岡市北山町4丁目463番地

(72)発明者 高橋 勲

新潟県長岡市北山町四丁目463番地

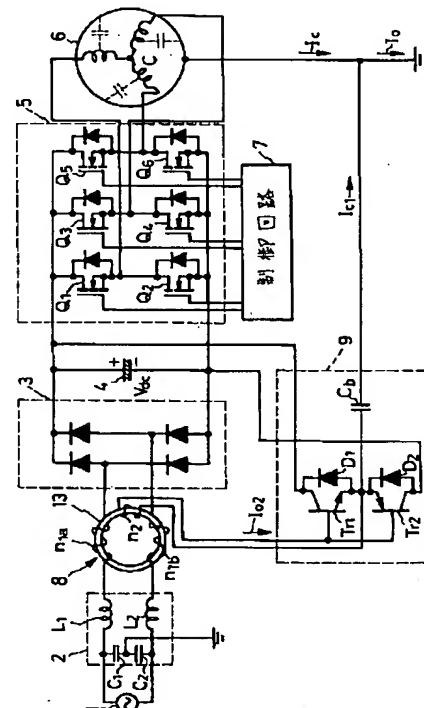
(74)代理人 弁理士 高野 則次

(54)【発明の名称】 電力変換装置のノイズ低減装置

(57)【要約】

【課題】 電力変換装置のノイズを簡単な回路で良好に除去することができるノイズ低減装置を提供する。

【解決手段】 交流電源1と整流回路3と平滑用コンデンサ4とインバータ回路5とから成るインバータ装置に負荷として三相誘導電動機6を接続する。電源1と整流回路3との間に洩れ電流検出器8を接続する。平滑用コンデンサ4の一端と電動機6のケースとの間にNPN型の第1のトランジスタTr1を接続する。電動機6のケースと平滑用コンデンサ4の他端との間にPNP型の第2のトランジスタTr2を接続する。第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2を洩れ電流検出器8の出力で駆動してコモンモードノイズを打ち消すための電流を注入する。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 スイッチング素子のオン・オフに基づいて電力を変換する電力変換装置におけるノイズ低減装置であって、

電力ラインのノイズ電流を検出するノイズ検出手段と、前記ノイズ検出手段で検出されたノイズ電流にตอบสนองして前記ノイズ電流と逆向きのノイズ補償電流を形成し、このノイズ補償電流を前記電力変換装置のノイズ電流の流れているラインに供給するノイズ補償電流供給回路とを備えていることを特徴とするノイズ低減装置。

【請求項2】 前記電力変換装置は、交流電源に接続された整流回路と、前記整流回路の一对の直流出力端子間に接続された平滑用コンデンサと、前記平滑用コンデンサに接続されたインバータ回路とからなり、前記ノイズ検出手段は、前記インバータ回路の負荷からグラウンドに流れる洩れ電流を検出するために前記交流電源と前記整流回路との間に接続された洩れ電流検出手段であり、前記ノイズ補償電流供給回路は、前記平滑用コンデンサの一端とグラウンドとの間に接続された第1の電流制御素子と前記平滑用コンデンサの他端とグラウンドとの間に接続された第2の電流制御素子との内の少なくとも一方を有し、前記第1及び第2の電流制御素子は前記洩れ電流検出手段で検出された電流にตอบสนองしてノイズ補償電流を供給するものであることを特徴とする請求項1記載のノイズ低減装置。

【請求項3】 前記電力変換装置は、交流電源に接続された整流回路と、前記整流回路の一对の直流出力端子間に接続された平滑用コンデンサと、前記平滑用コンデンサに接続されたインバータ回路と、前記交流電源と前記整流回路との間の電力ライン間に接続された第1及び第2のラインフィルタ用コンデンサの直列回路を含むラインフィルタと、から成り、前記ノイズ検出手段は、前記交流電源と前記第1及び第2のラインフィルタ用コンデンサの直列回路との間に接続されたノーマルモードノイズ検出手段であり、前記ノイズ補償電流供給回路は、前記平滑用コンデンサの一端と前記第1及び第2のラインフィルタ用コンデンサの相互接続点との間に接続された第1の電流制御素子と、前記相互接続点と前記平滑用コンデンサの他端との間に接続された第2の電流制御素子との内の少なくとも一方を有し、前記第1及び第2の電流制御素子は前記ノーマルモードノイズ検出手段で検出されたノーマルモードノイズにตอบสนองしてノイズ補償電流を供給するものであることを特徴とする請求項1記載のノイズ低減装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明はインバータ装置等のスイッチング素子を含む電力変換装置におけるノイズ低減装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】 図1に示す従来のインバータ装置は、交流電源1にラインフィルタ2を介して接続された整流回路3と、整流回路3の一对の出力端子間に接続された平滑用コンデンサ4と、平滑用コンデンサ4に接続されたインバータ回路5とから成る。ラインフィルタ2は3相交流電源1と整流回路3との間の3本の電力ラインにそれぞれ直列に接続されたリアクトルLから成り、高周波ノイズ成分を除去する。インバータ回路5はIGBT（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）等のスイッチング素子Qを含み、このオン・オフによってパルス幅変調（PWM）された出力電圧V0を発生する。図1ではインバータ回路5の負荷として三相誘導電動機6が接続されている。

**【0003】**

【発明が解決しようとする課題】 ところでインバータ回路5の出力電圧V0はパルスの電圧であるので、誘導電動機6の各巻線とグラウンドとの間の静電容量即ちストレートキャパシタンスCに洩れ電流Icが $C \cdot dv/dt$ で流れる。スイッチング素子Qが第三世代IGBTの場合、 $dv/dt$ は $3000\text{V}/\mu\text{s}$ 程度なので、静電容量を $1000\text{pF}$ とすれば約3Aのパルス電流が流れる。このパルス電流は高周波のコモンモードノイズとして交流電源1と誘導電動機6とグラウンドから成る回路を流れる。ラインフィルタ2はノイズ除去の作用を有するが、スイッチング素子Qのオン・オフ周波数の上昇にともないノイズ除去効果を十分に得ることができなくなる。図1の電源1は三相であるが、単相の場合においても同様にコモンモードのノイズが発生する。また、三相誘導電動機6の midpoint が接地されている場合にも洩れ電流即ち零相電流がコモンモードノイズとして流れる。上述のようなコモンモードノイズは感電の発生や、地絡ブレーカの動作の原因になる。なお、スイッチング素子を含む電力変換装置においては、電源1から負荷としての電動機6に至る回路を循環して流れるノーマルモードも問題になる。ノイズはリアクトルまたはリアクトルとコンデンサの組み合わせから成るフィルタによってある程度除去することができるが、ノイズ除去効果を高めるためには大きなリアクトルを使うことが必要になり、ノイズフィルタが大型且つ高価になる。

【0004】 そこで、本発明の目的は、電力変換装置のノイズ低減装置の小型化、低コスト化及び高性能化を図ることにある。

**【0005】**

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するための本発明は、スイッチング素子のオン・オフに基づいて電力を変換する電力変換装置におけるノイズ低減装置で

あって、電力ラインのノイズ電流を検出するノイズ検出手段と、前記ノイズ検出手段で検出されたノイズ電流に応答して前記ノイズ電流と逆向きのノイズ補償電流を形成し、このノイズ補償電流を前記電力変換装置のノイズ電流の流れているラインに供給するノイズ補償電流供給回路とを備えていることを特徴とするノイズ低減装置に係わるものである。なお、請求項2に示すように、コモンモードノイズを低減するように構成することができる。また、請求項3に示すようにノーマルモードノイズを低減するように構成することができる。

#### 【0006】

【発明の作用効果】各請求項の発明によれば、第1及び第2の電流制御素子の一方又は両方の働きによってノイズ成分を打ち消すための補償電流を注入することができる。即ちアクティブフィルタ動作によってノイズを低減することができる。従って、各請求項の発明によれば、リアクトル等の受動素子に基づくフィルタに比べて、ノイズ低減装置の小型化、低コスト化及び高性能化が可能になる。また、請求項2の発明によれば、コモンモードノイズの低減を容易且つ良好に達成することができる。また、請求項3の発明によれば、ノーマルモードノイズの低減を容易且つ良好に達成することができる。

#### 【0007】

【第1の実施例】次に、図2及び図3を参照して第1の実施例のインバータ装置を説明する。図2に示すインバータ装置は、交流電源1にラインフィルタ2を介して接続されたブリッジ型全波整流回路3と、この整流回路3の一对の出力端子間に接続された平滑用コンデンサ4と、この平滑用コンデンサ4に接続された三相インバータ回路5とから成る。ラインフィルタ2は一对の交流電源ライン間に接続され且つ互いに直列に接続された第1及び第2のラインフィルタ用コンデンサC1、C2と一对の交流電源ラインにそれぞれ直列に接続された第1及び第2のリアクトルL1、L2とから成る。なお、コンデンサC1、C2は比較的低容量の高周波コンデンサであり、リアクトルL1、L2は比較的低インダクタンスが小さいものである。

【0008】インバータ回路5は、ソースがサブストレートに接続された構造の絶縁ゲート型電界効果トランジスタから成る第1及び第2のスイッチング素子Q1、Q2の直列回路を一对の直流電源ライン間に接続し、更に第3及び第4のスイッチング素子Q3、Q4の直列回路と第5及び第6のスイッチング素子Q5、Q6の直列回路とを一对の直流電源ライン間に接続した周知の三相ブリッジ型インバータである。第1～第6のスイッチング素子Q1～Q6は制御回路7から供給されたPWMパルスによって周知の方法でオン・オフ制御される。

【0009】インバータ回路5の三相出力ラインは図2で概略的に示されている1.5kWの三相誘導電動機6の各相巻線に接続されている。電動機6はグラウンドとの

間に静電容量Cを有している。従って、インバータ回路5から出力されるパルス状電圧を電動機6に印加すると、グラウンドに洩れ電流即ちコモンモードのノイズ電流が流れる。なお、電源1側における洩れ電流の経路は、電源1の接地ライン（図示せず）、ラインフィルタ用コンデンサC1、C2の接続点とグラウンドとの間、及び交流電源ラインのストレートキャパシタンスである。

【0010】図2のインバータ装置は、ノイズ検出手段としての洩れ電流検出器8と、ノイズ補償電流供給回路9とから成るノイズ低減装置を有する。洩れ電流検出器8はフェライトから成る環状コア13と2つの1次巻線n1a、n1bと1つの2次巻線n2とから成る零相CTであって、一对の電源ラインの電流の差から成る洩れ電流（零相電流成分） $I_{se}$ を検出する。このため、2つの1次巻線n1a、n1bは交流電源1と整流回路3との間の一对の電源ラインにそれぞれ直列に接続されている。なお、コア13の断面積は $50\text{mm}^2$ であり、1次巻線n1a、n1b及び2次巻線n2のターン数は10である。

【0011】ノイズ補償電流供給回路9は、第1及び第2の電流制御素子としての第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2と、第1及び第2のダイオードD1、D2と、結合コンデンサCbとから成る。NPN型の第1のトランジスタはTr1は平滑用コンデンサ4の一端と電動機6の鉄心又はフレーム又はカバーとの間に静電容量が $1000\text{pF}$ 、耐圧 $1\text{V/K}$ の結合コンデンサCbを介して接続されている。PNP型の第2のトランジスタTr2は平滑用コンデンサ4の他端と電動機6の鉄心又はフレーム又はカバーとの間に結合用コンデンサCbを介して接続されている。第1のトランジスタTr1はNPN型であり、第2のトランジスタTr2はPNP型であり、第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2は互いに逆の極性を有する。第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2のベース（制御端子）は零相電流検出器8の一方の出力ラインに接続され、第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2の相互接続点は零相電流検出器8の他方の出力ラインに接続されている。従って、第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2は互いに逆に動作する。第1及び第2のダイオードD1、D2は第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2を保護するためにこれ等に逆並列に接続されている。なお、第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2は高電流増幅率、高周波、高耐圧であることが要求され、 $h_{fe}=200$ 、 $f_T=140\mu\text{Hz}$ 、 $V_{CEO}=\pm 160\text{V}$ のものである。また電動機6のカバーはアース線によってグラウンドに接続されている。

【0012】次に、図2のインバータ装置の動作を説明する。電源1の交流電圧は整流回路3で整流される。整流回路3の出力電圧は平滑用コンデンサ4で平滑されてインバータ回路5の入力電圧となる。三相インバータ回路5の第1～第6のスイッチング素子Q1～Q6は周知のPWMパルスでオン・オフ制御される。三相誘導電動機

6はインバータ回路5の出力電圧で駆動される。

【0013】図1で説明したように負荷としての電動機6とグランドとの間には静電容量Cがある。従って、インバータ回路5からパルスの電圧が印加される毎に静電容量Cを通して洩れ電流即ち零相電流 $I_c$ が流れる。洩れ電流検出器8は整流回路3の入力ラインにおいて洩れ電流を検出し、第1及び第2のトランジスタ $Tr_1$ 、 $Tr_2$ を駆動する。洩れ電流検出器8即ちCTの巻数比Nは小さい方がよい。実際の零相電流の値 $I_{01}$ と洩れ電流検出器8の出力電流 $I_{02}$ の間には $I_{01} = N I_{02}$ の関係がある。洩れ電流検出器8の出力電流 $I_{02}$ が第1及び第2のトランジスタ $Tr_1$ 、 $Tr_2$ のベースに流入すると、これがトランジスタ $Tr_1$ 、 $Tr_2$ で増幅される。第1のトランジスタ $Tr_1$ がオンの時には、平滑用コンデンサ4と第1のトランジスタ $Tr_1$ と結合コンデンサ $C_b$ と電動機6の静電容量Cとインバータ回路5の下側のスイッチング素子 $Q_2$ 、 $Q_4$ 、 $Q_6$ のいずれかとから成る閉回路にノイズ補償電流が流れ、電動機6の洩れ電流即ち零相電流を打ち消す。第1のトランジスタ $Tr_1$ の電流増幅率を $h_{fe}$ とすれば、第1のトランジスタ $Tr_1$ を通して供給される補償電流 $I_{c1}$ は $h_{fe} I_{02}$ である。 $I_{02}$ は $N I_{01}$ であるので、 $I_{c1}$ は次式で示される。

$$I_{c1} = h_{fe} I_{02} \\ = h_{fe} (N I_{01})$$

洩れ電流検出器8の1次側の電流 $I_{01}$ は次式で示される。

$$I_{01} = I_c - I_{c1} \\ = I_c - h_{fe} (N I_{01})$$

従って、 $I_{01}$ の値は次式で決定される。

$$I_{01} = I_c / (1 + N h_{fe})$$

この式から明らかなように $N h_{fe}$ の値を大きくすると、交流電源ラインにおける電流（洩れ電流成分） $I_{01}$ は小さく成る。今、 $N = 1$ 、 $h_{fe} = 100$ とすれば

$$I_{01} = I_c / 101$$

となり、電動機6の洩れ電流を $1/100$ 以下にすることができる。

【0014】第2のトランジスタ $Tr_2$ がオンの時には、平滑用コンデンサ4とインバータ回路5の上側のスイッチング素子 $Q_1$ 、 $Q_3$ 、 $Q_5$ のいずれかと電動機6の静電容量Cと結合コンデンサ $C_b$ と第2のトランジスタ $Tr_2$ の閉回路でノイズ補償電流 $I_{c1}$ が流れる。このノイズ補償電流によるノイズ低減効果は第1のトランジスタ $Tr_1$ がオンの時と同様に生じる。図2のノイズ低減制御系は、比例制御フィードバック系となっており、アクティブ的に洩れ電流を補償する。なお、結合コンデンサ $C_b$ はDCカット用であり、耐圧試験の時に必要になる。

【0015】図3は図2の洩れ電流 $I_c$ と補償電流 $I_{c1}$ とアース線の電流 $I_0$ の測定波形を示す。これから明らかなように洩れ電流を補償前の2%以下にすることができる。また、図2の回路では第1及び第2のトランジス

タの $Tr_1$ 、 $Tr_2$ が互いに逆極性であるから、1つの2次巻線 $n_2$ の出力で2つのトランジスタ $Tr_1$ 、 $Tr_2$ の制御が可能になり、回路構成が簡単になる。

#### 【0016】

【第2の実施例】次に、図4を参照して第2の実施例のインバータ装置を説明する。但し、図4において図2と実質的に同一の部分には同一の符号を付してその説明を省略する。図4のインバータ装置は、ノーマルモードノイズ検出器8a及びノーマルノイズを低減するためのノイズ補償電流供給回路9aを有する。ノーマルモードノイズ検出器8aは、電源1とラインフィルタ2との間に設けられたトランス即ちCT11とノイズ成分抽出用フィルタ12とから成る。CT11は、一対の交流電源ラインに直列に接続された第1及び第2の1次巻線 $n_{1a}$ 、 $n_{1b}$ と出力巻線 $n_2$ とを環状磁性体コア13に巻回することによって構成されている。CT11の出力巻線 $n_2$ には1次巻線 $n_{1a}$ 、 $n_{1b}$ の電流の和が得られる。ノーマルモードノイズは正常な電流と同様に流れるので、ノイズ電流と正常電流は周波数によって区別する。電源1は商用交流電源であって例えば50Hzの低周波であるので、2次巻線 $n_2$ に接続されたフィルタ12は、電源1の交流電圧の周波数よりも高い周波数成分を抽出するように構成する。

【0017】フィルタ12の一方の出力ラインはNPN型の第1のトランジスタ $Tr_1$ のベースとPNP型の第2のトランジスタ $Tr_2$ のベースとに接続され、他方の出力ラインは第1及び第2のトランジスタ $Tr_1$ 、 $Tr_2$ の相互接続点に接続されている。

【0018】第1のトランジスタ $Tr_1$ のコレクタは図2と同様に平滑用コンデンサ4の上側端子に接続され、第2のトランジスタ $Tr_2$ のコレクタは平滑用コンデンサ4の下側端子に接続されている。第1及び第2のトランジスタ $Tr_1$ 、 $Tr_2$ の相互接続点はラインフィルタ2の2つのコンデンサ $C_1$ 、 $C_2$ の相互接続点に接続されている。

【0019】図4のインバータ回路5のスイッチング素子 $Q_1 \sim Q_6$ は図2と同様に例えば20kHz程度の高い周波数でオン・オフされる。図4の回路において、第1及び第2のトランジスタ $Tr_1$ 、 $Tr_2$ によるノイズ補償電流の供給が行われない場合には、第1～第6のスイッチング素子 $Q_1 \sim Q_6$ のオン・オフによってノーマルモードのノイズが発生する。ノーマルモードのノイズは、例えば電源1とリアクトル $L_1$ と整流回路3の上側ダイオードとインバータ回路5の上側のスイッチング素子と電動機6とインバータ回路5の下側のスイッチング素子と整流回路3の下側のダイオードとリアクトル $L_2$ との閉回路に流れる。リアクトル $L_1$ 及び $L_2$ は高周波ノイズを抑制する作用を有するが、ノイズの全部を除去することはできない。従って、電源1にノイズ電流が流れる。そこで、図4の回路ではノーマルモードノイズ検出

器8aによって高周波のノーマルモードノイズを検出し、これによって第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2を駆動する。第1のトランジスタTr1がオンの時には、これによってノイズ成分を打ち消すための補償電流が供給される。

#### 【0020】

【変形例】本発明は上述の実施例に限定されるものでなく、例えば次の変形が可能なものである。

(1) 図2の回路を変形して図5に示すようにラインフィルタ2を洩れ電流検出器8と整流回路3との間に接続することができる。

(2) 図2の電源1を三相交流電源とし、整流回路3を三相ブリッジ整流回路とし、洩れ電流検出器8を三相の零相電流検出器とすることができる。

(3) スwitchング素子Q1～Q6をバイポーラトランジスタとすること、トランジスタTr1、Tr2をFET等の別の電流制御素子とすることができる。

(4) インバータ回路5を単相インバータ回路にすることができる。

(5) 1つの方向のノイズ成分のみを抑制する場合に

は第1及び第2のトランジスタTr1、Tr2の内の一方を省くことができる。

(6) 誘導電動機6の3つの巻線の中点即ち三相負荷の中点をグラウンドに接続する回路に対しても本発明を適用することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】従来のインバータ装置を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施例のインバータ装置を示す回路図である。

【図3】図2の各部の電流を示す波形図である。

【図4】第2の実施例のインバータ装置を示す回路図である。

【図5】変形例のインバータ装置を示す回路図である。

#### 【符号の説明】

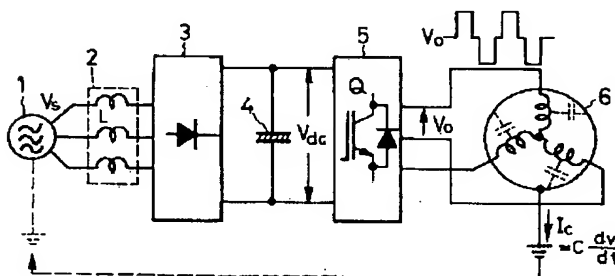
5 インバータ回路

6 誘導電動機

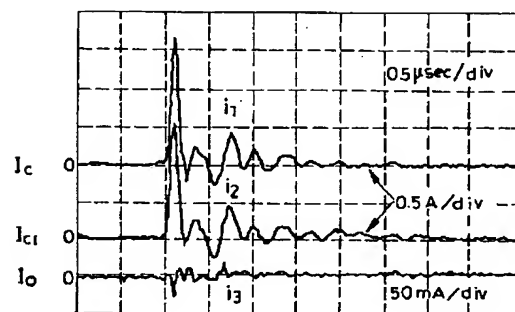
8 洩れ電流検出器

Tr1、Tr2 補償電流供給用トランジスタ

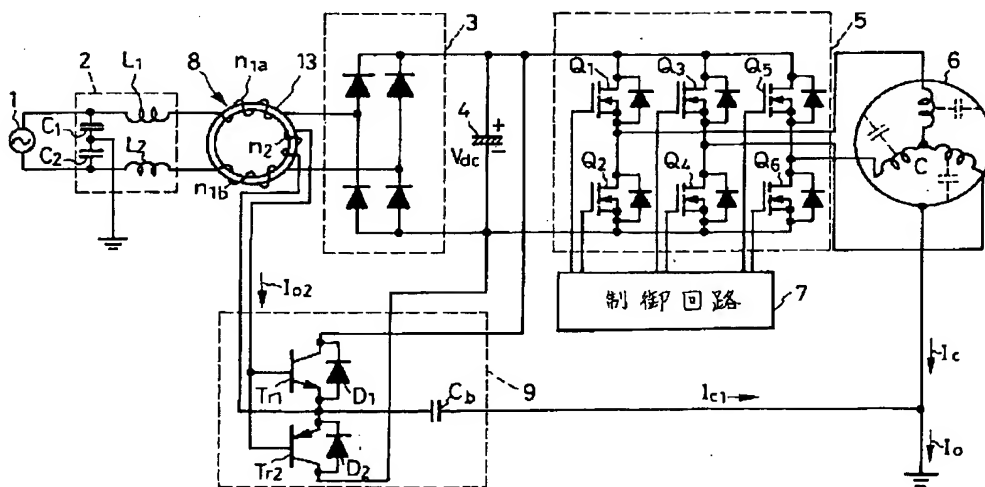
【図1】



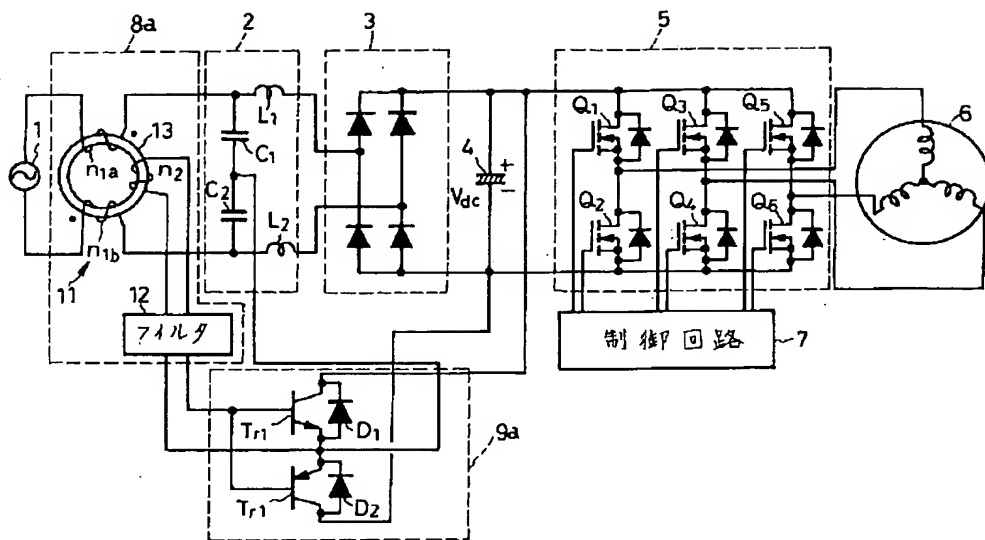
【図3】



【図2】



【図4】



【図5】

